

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ РОЗВИНУТОЇ ПОВЕРХНІ У ВАКУУМНОМУ РЕАКЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Сидоренко С. Б., Бевза О. М., Сидоренко Я. С.

*Національний Технічний Університет України «Київський політехнічний
інститут» ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна*

В радіотехніці використовуються різноманітні тонкоплівкові покриття, що отримані у вакуумному середовищі. Одним із типів покриттів є покриття з розвиненою поверхнею, які можуть використовуватись в приладах, що відбивають, поглинають, конвертують фотонне випромінювання, сорбують та поглинають гази.

Для електродів електролітичних конденсаторів постійно проводяться дослідження по збільшенню питомої площі поверхні, що призведе до збільшення ємності конденсаторів. Класично такі покриття отримують механічним, хімічним, електро-хімічним або змішаним способом. До механічних методів відносять крацовку, піскоструйну обробку, де коефіцієнт збільшення поверхні лежить в межах $n = 2 \div 6$. За допомогою хімічного травлення його можна збільшити до $n = 2 \div 10$. При електро-хімічному травленні n може досягати $15 \div 20$.

Шорсткі та пористі покриття, що мають розвинену поверхню, можна отримувати в вакуумному середовищі різноманітними методами [1]. Так нами була розроблена технологія нанесення тонкої плівки конденсату Al-O на алюмінієву конденсаторну фольгу методом термоіонного осадження (ТІО) алюмінію в середовищі реакційного газу, кисню.

Схема установки зображена на рис .1.

В технологічній камері створювався тиск залишкового газу не гірше $5 \cdot 10^{-4}$ Па. Термокатода гармата 5 потужністю 10 кВт випаровувала алюміній марки А-999-ОП, пари 3 якого в подальшому іонізувались за допомогою імпульсного ВЧ-індуктору 4 з протяжністю імпульсів 0,5 мкс при частоті слідування 880 кГц. Через натікач в камеру подається кисень, його тиск підтримувався в межах $10^{-1} \div 10^{-3}$ Па. На підкладкотримач 1 потрапляє потік іонізованого пару 2, що складається з іонів алюмінію та кисню. Також на підкладкотримач подавалась негативна постійна напруга 500 В.

Отримані зразки покриттів досліджувались за допомогою рентгенівського електронного мікроскопу. Фото поверхневих структур зображено на рис. 2, з яких видно, що морфологія поверхні змінюється в залежності від концентрації кисню в технологічній камері. При малих концентраціях кисню отримувались кристаліти Al, але при збільшенні тиску кисню кристаліти переходили до глобулярних структур, фазовий склад, яких складався з суміші кристалічної фази алюмінію і аморфного оксиду алюмінію.

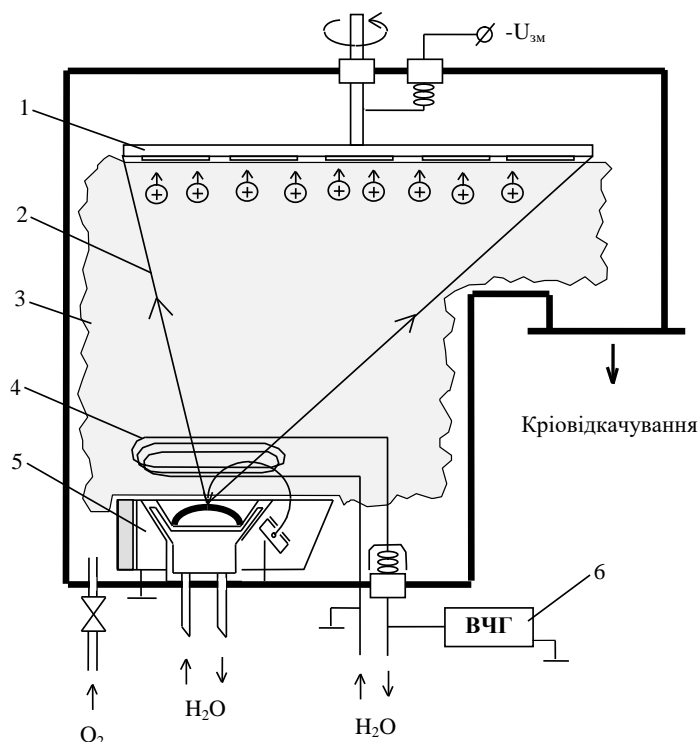


Рисунок 1. Схема електронно-променевої установки для реакційного іонного осадження алюмінію.

Вдалося досягти збільшення питомої ємності від $0,6 \text{ мкФ/см}^2$, що відповідає гладкій алюмінієвій фользі, до близько 150 мкФ/см^2 .

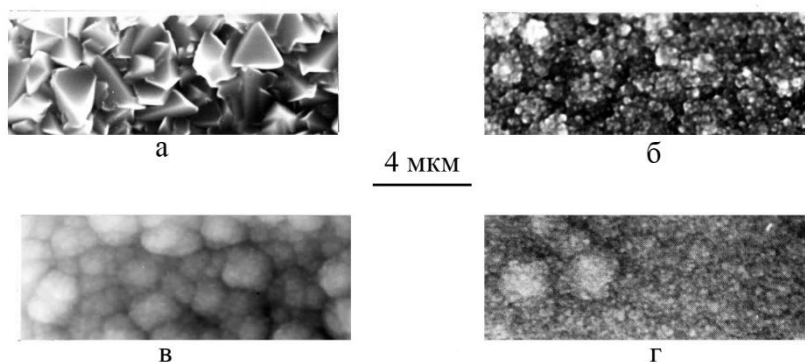


Рисунок 2. Мікроструктури поверхонь конденсатів системи $\text{Al-O. PO}_2/V_k$, $\text{Па} \cdot \text{хв/мкм}$:
а - $3,3 \cdot 10^{-2}$, б - $9,6 \cdot 10^{-2}$, в - $2,1 \cdot 10^{-1}$, г - $4,5 \cdot 10^{-1}$.

Також проводились дослідження реакційного магнетронного осадження металів для отримання подібних структур. Магнетронний метод має свої переваги перед термоіонним осадженням. Наприклад, він дозволяє осаджувати плівки при значно нижчих температурах поверхні при осадженні на неї. З іншої сторони швидкість магнетронного осадження менша в порівнянні з термоіонним осадженням. Також при осадженні розвинених поверхонь магнетронним методом, слід враховувати можливість «отруєння» мішені реакційним газом. Були проведені експерименти з мішенями виготов-

леними з різних матеріалів: Al, Ti, Ta. Окрім того були розроблені магнетрони з мішенями, що мають вставки з феромагнітних матеріалів [2]. Що дозволить наносити поглинаючі електромагнітне випромінювання покриття.

Було встановлено, що магнетронний метод дає гірші результати по збільшенню початкової ємності гладкої фольги при нанесенні покриттів з розвиненою поверхнею лише в два рази. При нанесенні покриттів з титану та танталу спостерігалось збільшення ємності, що пояснюється більшою діелектричною сталою для окислів цих металів в порівнянні з алюмінієм.

При реактивному ТЮ нанесенні тонких плівок алюмінію в середовищі кисню спостерігається максимум підвищення шершавості поверхні при тиску кисню $\sim 10^{-2} \div 5 \cdot 10^{-2}$ Па в вакуумній камері під час процесу.

Перелік посилань

1. И.В Гусев ., А.И. Кузьмичев, С.Б. Сидоренко, Характеристики покрытий из оксидированного алюминия, полученные реакционным ионным осаждением // Матер. VI Междунар. симпоз. «Тонкие пленки в электронике». Т.1, Москва-Київ-Херсон. -1995. С. 16 – 49.

2. О.М. Бевза, С.Б. Сидоренко, А.В. Мумладзе, Осаждения двокомпонентного состава, що містить магнітний матеріал, за допомогою магнетронної розпилювальної системи // Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології (НАНСИС-2016): Тези V Наук. конф. (Київ, 1–2 грудня 2016 р.) / редкол.: А. Г. Наумовець [та ін.]. — Київ, 2016. — XX с. + 164 с.: іл. — ISBN 978-966-02-8015-1.

Анотація

Представлено методи формування розвинутих поверхні в реакційному середовищі за допомогою термоіонного осадження та магнетронного розпилення, обговорено результати досліджень цих поверхонь на базі конденсату Al-O.

Ключові слова: розвинута поверхня, термоіонне осадження, магнетронне розпилення, реакційний газ.

Аннотация

Представлено методы формирования развитой поверхности в реакционной среде с помощью термоионного осаждения и магнетронного распыления, обсуждено результаты исследований этих поверхностей на база конденсату Al-O.

Ключевые слова: развитая поверхность, термоионное осаждение, магнетронное распыление, реакционный газ.

Abstract

The methods for producing of developed surfaces in the reaction environment are presented. The developed surfaces are produced by using a thermionic deposition and magnetron sputtering. The results of these surfaces research are discussed.

Keywords: developed surface, thermionic deposition, magnetron sputtering, reactionary gas.